

Ремонтируем блок цилиндров

Александр ПОДНЕБЕСНОВ
 технический директор «МАДИ-Мотор»,
Александр ХРУЛЕВ
 обозреватель журнала «АБС-авто»

Капитальный ремонт двигателя — тема для нашего журнала традиционная. В прошлых публикациях мы уже рассказывали о ремонте головок блока цилиндров (см. «АБС-авто», №№ 4,5,7 за 1998 г., № 5 за 1999 г.) и коленчатых валов (№ 6, 1999 г.). Сегодня речь пойдет о блоке цилиндров и тех его основных дефектах, о которых нужно знать, прежде чем начинать ремонт.

Блок цилиндров, без сомнения, можно назвать основой любого двигателя. К нему крепятся головка блока, агрегаты, коробка передач, а внутри расположены поршневая группа и кривошипно-шатунный механизм. Очевидно, каждый из этих узлов испытывает нагрузки, а, значит, на блок действуют большие силы, переменные по величине и направлению.



И, чтобы противостоять им, блок должен быть достаточно жестким, т.е. не деформироваться под действием этих сил.

Однако требование высокой жесткости вступает в противоречие с необходимостью снизить до минимума массу. Это вполне понятно — чем толще стенки блока, тем он жестче, но и тяжелее. А тяжелый блок — это не только тяжелый автомобиль: материалы, из которых изготавливается блок цилиндров, будь то специальный чугун или алюминиевый сплав, нельзя назвать дешевыми. И даже небольшой выигрыш по весу, к примеру, 100 г, в массовом производстве с его миллионными «тиражами» может дать экономию в сотни и тысячи тонн металла.

С другой стороны, работающий двигатель — основной источник шума в автомобиле. Так вот, еще одна задача блока цилиндров — не только не усилить, а, наоборот, поглотить, свести до минимума все моторные шумы. Эта задача — то-

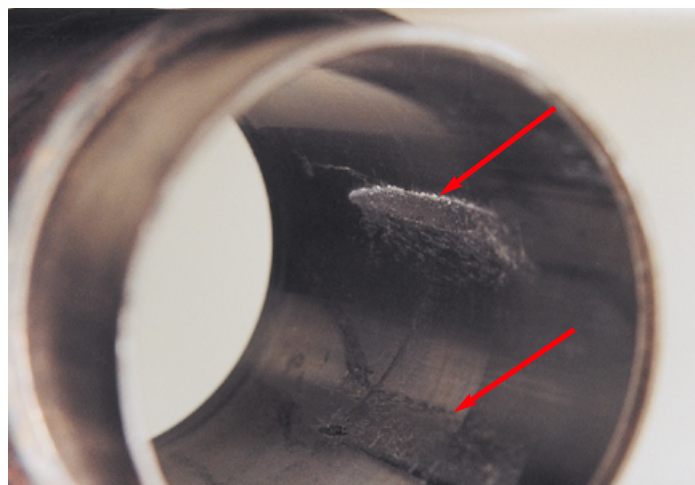
же не из простых: ведь тонкие стенки блока сами могут вибрировать, становясь при этом источником шума.

Естественно, выполнить все перечисленные требования одновременно очень непросто, но для современного автомобиля это необходимо. А потому блок цилиндров — это не кусок чугуна, как ошибочно полагают некоторые, а сложная и дорогостоящая деталь, при проектировании которой используются компьютеры и точные математические методы расчетов.

Какие бывают блоки

Традиционным материалом для блоков цилиндров издавна считается специальный чугун, содержащий так называемый пластинчатый графит. Именно такая структура обеспечивает высокую износостойкость поверхности цилиндров, выполненных как одно целое внутри блока (моноблок).

Такая конструкция применяется на легковых автомобилях уже более полувека и продолжает оставаться наиболее распространенной и в наши дни, несмотря на существенный недостаток моноблока — большую массу. Дело в том, что если попытаться увеличить долговечность цилиндров, используя более износостойкий материал, то стоимость блока сразу заметно возрастет (не будем забывать, что любое удорожание единицы продукции в массовом производстве надо сразу умножить на программу ее выпуска — тогда, к примеру, один лишний



Задирсы на поверхности цилиндра — обычный результат разрушения шатуна и поршня.



Из-за удара шатуна на гильзе образовалась трещина.

доллар обернется миллионами дополнительных затрат).

Но износостойкость для блока важна не в каждой точке, а только в узком поясе вокруг каждого цилиндра. Вот почему в разные годы конструкторы пытались улучшить указанные свойства блоков цилиндров. Так, в 50-60-х годах появились алюминиевые блоки цилиндров со вставными («мокрыми», т.е. омываемыми снаружи охлаждающей жидкостью) гильзами из чугуна. Эта конструкция была заимствована из авиации, где требования к снижению массы моторов, пожалуй, самые жесткие. Так, кстати, были сконструированы блоки у наших «москвичей» и «волг».

В 70-х годах эта конструкция получила дальнейшее развитие: вместо «мокрых» гильз стали применять заливку их в алюминиевый блок на стадии его изготовления. Такие гильзы получили название «сухих» (одной из первых конструкций с «сухими» гильзами применила фирма *Honda*). Тем самым удалось совместить преимущество моноблока (высокая жесткость) с низкой массой конструкции и высокой износостойкостью цилиндров.

Не остались без изменения и традиционные чугунные блоки у некоторых моторов. Так, на дизельных двигателях, где при высоких нагрузках износостойкость цилиндров особенно важна, в чугунные блоки стали устанавливать «сухие» гильзы из специальных дорогостоящих чугунов.

Дальнейшее совершенствование конструкции и технологии привело к появлению цельноалюминиевых блоков цилиндров. Содержание кремния в алюминиевом сплаве пришлось резко увеличить — до 18-20%. Мера, надо сказать, не случайная. После химического травления рабочих поверхностей таких цилиндров на них остается тончайший слой кремния. На поршни, работающие с такими цилиндрами, при этом наносят специальное железное покрытие — иначе работоспособность трущейся пары «поршень-цилиндр» не обеспечить (см. «АБС-авто» № 6 за 1999 г.).

В результате вся конструкция оказывается довольно дорогой и применяется, как правило, на автомобилях представительского класса (двигатели *Mercedes V8* и *V12*, *Audi V8*, *BMW V12*, *Porsche L4*, *V8*).

Дальнейшим развитием цельноалюминиевой схемы стали блоки цилиндров с твердыми покрытиями типа «Никасил» (никель с частицами карбида кремния). Это покрытие пришло в массовое автомобилестроение из гонок «Формулы-1» и обладает, пожалуй, наивысшей износостойкостью. Однако пока эта технология остается дорогой и еще не получила широкого распространения, хотя примеры ее использования на автомобилях среднего класса (*Nissan*) уже известны.

Любая конструкция блока цилиндров нас интересует с точки зрения ее ремонта. А здесь, как говорят, двух мнений быть не может: с развитием двигателестроения и внедрением новых технологий ужесточаются требования к способам ремонта. Из-за чего, к примеру, для некоторых цельноалюминиевых блоков обычные расточка и хонингование могут оказаться неприемлемы. Но, прежде чем рассматривать технологии, желательно выяснить, что конкретно нужно ремонтировать в блоках цилиндров.

Что произошло с блоком?

Список возможных дефектов блоков весьма велик и вовсе не ограничивается износом поверхностей цилиндров, как ошибочно полагают некоторые механики. Тем не менее, износ цилиндров действительно есть главный дефект блока, и на нем мы остановимся в первую очередь.

Чаще всего встречается так называемый «естественный» износ поверхности цилиндра в результате длительной нормальной эксплуатации автомобиля. Такой износ проявляется обычно в верхней части цилиндра в зоне остановки верхнего поршневого кольца в момент прихода поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ). Вблизи этого положения на кольцо действуют большие силы давления газов, распирающие его изнутри и прижимающие кольцо к стенке цилиндра. В то же время масляная пленка, расположенная между кольцом и поверхностью цилиндра, при остановке кольца легко продавливается и разрывается. Возникают режим полусухого трения деталей и, как следствие, их повышенный износ. Причем обычно цилиндр максимально изнашивается в плоскости, перпендикулярной оси пальца. Это не случайно — в ВМТ происходит «перекладка» поршня, из-за чего он, не доходя до ВМТ, юбкой прижимается к одной стороне цилиндра, а после прохождения ВМТ — к другой. В момент перекладки появляются дополнительные силы, прижимающие кольца к цилиндру, и, следовательно, увеличивается износ цилиндра в плоскости перекладки (перпендикулярно оси поршневого пальца).

Этот износ весьма велик, и у старых, изрядно похоронивших моторов достигает 0,1-0,2 мм (встречается даже до 0,4-0,5 мм), хотя

нормой с точки зрения надежной работы поршневых колец у практиков считается износ не более 0,05 мм.

Но перекладка поршня неприятна не только этим. Юбка давит на цилиндр в разных местах по-разному, и там, где это давление больше, износ цилиндра тоже будет заметным. Такие зоны образуются на цилиндре ближе к верхней его части справа, если смотреть на мотор спереди, и снизу слева, что связано с перекладкой поршня в ВМТ и НМТ.

В результате цилиндр становится со временем некруглым: в некоторых сечениях он может иметь эллипсность, нередко достигающую до 0,04-0,05 мм (норма — не более 0,02 мм). В таком кривом цилиндре даже новые поршневые кольца не обеспечат хорошего уплотнения, и двигатель будет чрезмерно расходовать масло.

Встречаются блоки с сильным износом цилиндров по направлению оси коленчатого вала. Причина такого износа — большой осевой зазор в упорном подшипнике коленчатого вала. Например, в момент выключения сцепления коленвал смещается вперед, и, если зазор в изношенном подшипнике больше 0,5-1,0 мм, нагрузка передается через сопряжение вала с шатуном и шатуна с поршнем на поверхность цилиндра.

В целом ряде случаев в блоке цилиндров возникает катастрофический износ — задир, трещины и пробоины. Весьма распространен обрыв шатуна из-за недостаточной смазки и перегрева шатунного подшипника. Обычно это приводит к сколам и пробоинам в нижней части цилиндра. Разрушение седла или обрыв клапана вызывают, напротив, повреждение верхней части цилиндра в виде забоин и задигов. Возможен задиры и в средней части цилиндра: после некачественного ремонта нередко нарушается посадка поршневого пальца в шатуне, и тогда палец легко

Когда посадка поршневого пальца в шатуне ослабла, палец сместился в сторону и «прогрыз» на цилиндре две глубоких борозды.





Разрушившийся шатун легко пробивает стенку любого блока цилиндров.

сдвигается до упора в стенку цилиндра. Кстати, задиры на поверхности цилиндра — прямое следствие перегрева двигателя, о чем журнал уже рассказывал в прошлых публикациях (см. «АБС-авто», 1999, № 4).

Из более редких дефектов отметим трещины в гильзе цилиндра. Иногда они появляются из-за перегрева, но причиной может стать и чрезмерная затяжка болтов головки блока. Гидроудар в цилиндре вследствие попадания охлаждающей жидкости или воды вызывает значительное повышение давления, и если гильза тонкая, то она тоже может треснуть.

Чего не заметил механик

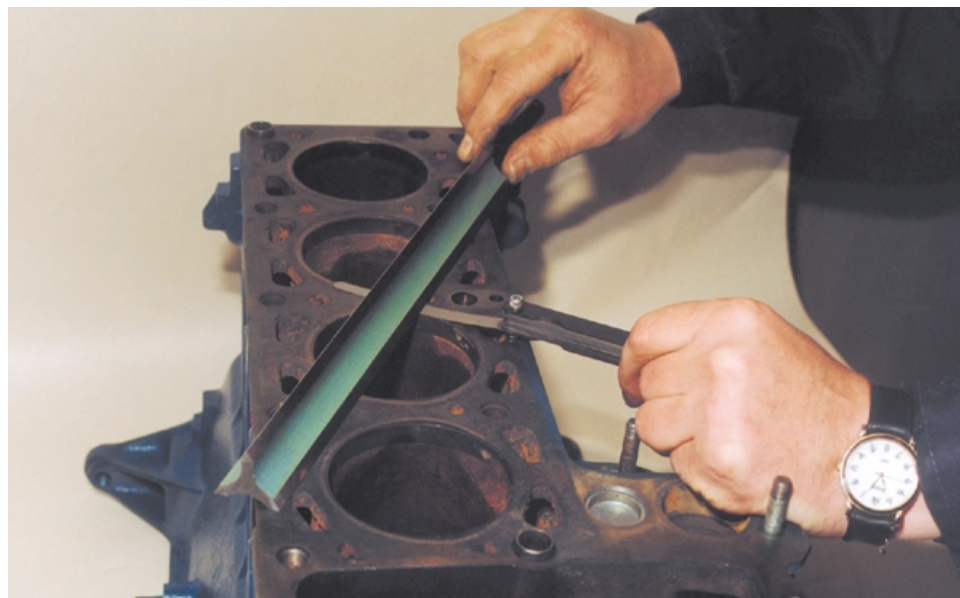
Перечисленные выше дефекты можно назвать явными — подавляющее большинство их можно измерить с помощью приборов, увидеть невооруженным глазом или даже просто пощупать рукой. Однако бывает так: дефекты вроде бы устранены, а двигатель после ремонта через несколько десятков тысяч километров вышел из строя. И явная причина не обнаружена. В чем же дело?

Очень часто — в деформации самого блока, при которой искривляются не только цилиндры, но и другие рабочие поверхности блока. Например, после литья на стадии изготовления блока в нем всегда остаются внутренние напряжения (что особенно характерно для чугунных блоков). Со временем это приводит к деформациям, избежать которых помогает искусственное старение — нагрев и выдержка блока в печи при определенной температуре. Только после этого блок можно механически обрабатывать — фрезеровать плоскости, растачивать цилиндры, постели коленчатого вала. Но полностью деформацию искусственным старением не устранить: при работе двигателя блок нагревается неравномерно, да еще и нагружается переменными силами (совсем не те условия, что были в печи). И, как следствие, блок цилиндров постепенно коробится уже на автомобиле, т.е. происходит так называемое естественное старение.

В итоге картина безрадостная — деформируются не только плоскости, включая привалочную плоскость под головку. Нарушается соосность коренных опор коленчатого вала. С некоторой деформацией плоскости (в пределах 0,05-0,07 мм) еще можно смириться (в конце концов, прокладка головки обладает некоторой пластичностью). Но вот несоосность опор может привести к заметному снижению ресурса и даже к новому капитальному ремонту уже через несколько десятков тысяч километров.

Искривлением опор больше страдают рядные многоцилиндровые моторы с числом цилиндров 5-6. Но и обычные четырехцилиндровые от беды не застрахованы. Особенно это касается отечественных моторов, потому что на некоторых заводах операция искусственного старения блока отсутствует — со всеми вытекающими для механиков последствиями.

На старом блоке почти всегда обнаруживается деформация плоскости.



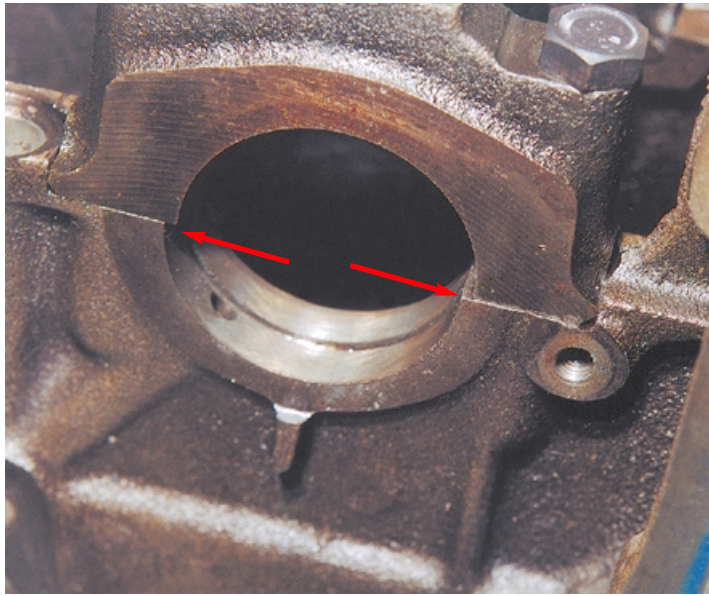
А тогда традиционными операциями — расточкой и хонингованием — блок цилиндров, да и весь мотор в целом, качественно не отремонтировать. Нужно дополнительно обработать плоскости блока и постели подшипников коленчатого вала, иначе отремонтированный мотор долго не проходит. Кстати, естественное старение блока — одна из причин того, почему старый блок лучше нового. Ведь старый уже состарен, нужно только грамотно его отремонтировать, — и тогда ресурс мотора может быть заметно увеличен даже по сравнению с аналогичным новым двигателем.

Какие еще бывают дефекты

Постели подшипников коленчатого вала в блоке часто требуют ремонта не только по причине естественной деформации. Встречаются повреждения опор из-за недостатка смазки и перегрева коренных подшипников. В подобных случаях нередко вкладыши проворачиваются в постели и задирают ее поверхность. Но, даже если проворота не случилось, без ремонта постелей уже не обойтись — перегретые коренные крышки блока, как правило, сжимаются по плоскости разъема с блоком так, что отверстие постели становится эллипсным, причем эта эллипсность достигает 0,1 мм и более при норме не выше 0,02 мм.

Иногда нерадивые мастера крышки теряют. Даже если постараться их подобрать от аналогичного блока, они не подойдут, поскольку обрабатываются за одно целое со «своим» блоком и невзаимозаменяемы. Тогда без ремонта постелей опять ничего не поправить.

У двигателей с нижним расположением распределительного вала (ОНВ) в блоке цилиндров установлены подшипники, которые тоже изнашиваются, причем весьма существенно. Обычно втулки подшипников распредвала можно менять на новые — у большинства моторов это не бог весть какая сложная операция. И тут опять отличились наши моторостроители — в свое время из «волговских» мото-



Крышка коренного подшипника, взятая от другого аналогичного двигателя, без ремонта к блоку не подойдет.

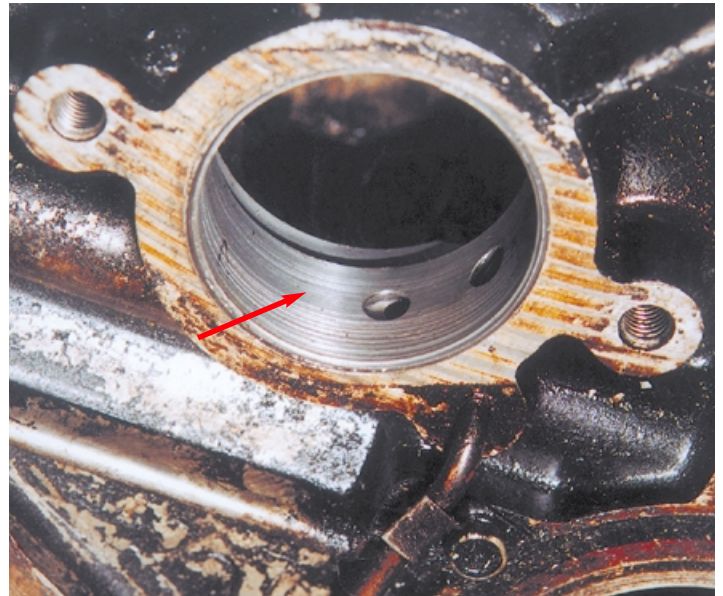
ров втулки убрали, и теперь распредвал вращается непосредственно в блоке. А блок-то не жесткий, его «корежит» в процессе эксплуатации, и опорные поверхности подшипников изнашиваются стремительно. Оставить их без ремонта при этом никак нельзя — двигатель будет стучать, давление масла упадет, да и новый распредвал долго не проходит. Кстати, ремонт в такой ситуации довольно трудоемок: надо растачивать отверстия и устанавливать втулки. Короче, без специального оборудования, что называется, врукопашную, здесь не справиться.

Возможны и другие, более мелкие, дефекты блоков. Например, срыв резьбы под болт или шпильку крепления головки блока. Чаще

это случается у того же «волговского» мотора. Когда-то проектировщиками был выбран (да так и остался на десятки лет) слишком мелкий шаг резьбы. Когда резьба сорвана, приходится ремонтировать гнездо — не менять же блок из-за одной шпильки?

Иногда в блоке повреждаются поверхности упорного подшипника коленвала. Если изношенные упорные полукольца проворачиваются, а затем выпадают из блока, коленчатый вал может сильно повредить торцевые поверхности соответствующей коренной опоры. Ремонт в этом случае сложен и, скорее всего, потребует индивидуального подхода.

Как видим, судя по перечню дефектов, блок цилиндров становится деталью для



После большого пробега износ подшипников распредвала — обычное дело.

сборки ремонтируемого двигателя только в том случае, если его грамотно восстановили по всем тем рабочим поверхностям, которые в этом нуждаются. Практика показывает, что замена блока, особенно для иномарок — занятие малоперспективное в первую очередь из-за его высокой цены. Тем более, что в подавляющем большинстве случаев дефект можно исправить. Как это сделать, на каком оборудовании — читайте в наших следующих публикациях.

АБС

Справка «АБС-авто»: по вопросам ремонта блоков цилиндров обращайтесь на фирму «МАДИ-Мотор», тел.: 536-9150/51.